



PIENTALON POHJARAKENTEET

Opinnäytetyö

Asa Räsänen

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Rakennusmestari -AMK

Hyväksytty _____.____._____

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Räsänen Asa Olavi			
Työn nimi Pientalon pohjarakenteet			
Päiväys	26.11.2010	Sivumäärä/Liitteet	28
Ohjaaja(t) Lehtori Raimo Lehtiniemi, Suunnittelupäällikkö Ossi Vänskä			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Muurametalot Oy			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli seurata Muurametalot Oy:n toimittaman, ryömintätilaisella alapohjalla toteutetun valmistalon perustuksen rakentamista, työvaiheita, liittymien ja tarvikkeiden hankintaa sekä kustannuksia.</p> <p>Työ toteutettiin käytännönläheisesti rakentamalla perustuksia Muurametalot Oy:n asiakkaille. Rakentamisen aikana kiinnitettiin huomiota esiin tulleisiin ongelmiin ja rakentajia askarruttaneisiin kysymyksiin, esimerkiksi tarvikkeiden hankintaan ja routaeristykseen. Kokemuksia kerättiin yhteensä neljältä eri työmaalta, joista kaksi rakennettiin kesällä kaksi osittain talvella. Työssä käytettiin tiedonlähteenä omaa ammatillista kokemusta, talotehtaan aikaisempia ohjeita ja Pientalon perustustyöt -teosta.</p> <p>Työn tuloksena koottiin talotehtaan käyttöön pohjarakentamisen ohjeet jaettavaksi asiakkaille. Näiden käytännön läheisten ohjeiden avulla pyritään välttämään pohjarakentamisessa esiintyviä ongelmia ja saamaan asiakkaan vastuulle kuuluva osuus sujumaan edullisesti ja riskittömästi.</p>			
Avainsanat Pohjarakentaminen, valmistalot, tuulettuva alapohja			

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Degree Programme Construction Management		
Author Asa Räsänen		
Title of Project The foundation bed of detached house		
Type of Project	Date	Pages
Final project	26 November 2010	28
Academic Supervisor Mr Raimo Lehtiniemi Lecturer		Company Supervisor Mr Ossi Vänskä Planning Chief Muurametalot Oy
Abstract <p>The purpose of this thesis was to examine the building process of the foundation bed of a detached house, obtaining of accessories and buried services and to calculate the costs. The project was commissioned by Muurametalot Oy. The houses of Muurametalot have a strip foundation with a crawl space.</p> <p>The work was done by building four foundation beds during 12 months and collecting experiences of stages, problems and costs. Work on two of these projects continued in winter time so working in different seasons was also observed.</p> <p>As a result of these projects a guidebook for the customers of Muurametalot was created. These practical instructions will help the customer to avoid the mistakes and problems in earthworks.</p>		
Keywords foundation, crawl space		
Confidentiality public		

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	6
2. RAKENTAMISEN ALOITTAMINEN	7
3. URAKOITSIJAT	8
4. LIITTYMIEN HANKINTA.....	8
5. RAUTAKAUPPATARVIKKEET.....	9
6. KAAPELIT JA MUUT ERIKOISTARVIKKEET	9
7. MAA-AINEKSET	9
8. KAPILLAARISUUS.....	10
9. PUUSTON POISTO	11
10. PINTAMAAN POISTO.....	12
11. RAKENNUSPAIKAN MERKITSEMINEN JA KORKO.....	12
12. PERUSTUKSEN KAIVU.....	13
13. KAAPELIT JA KÄYTTÖVESIJOHTO.....	14
14. SALAOJAT.....	15
15. VIEMÄRIT	16
16. KAPILLAARIKATKOKERROS.....	18
17. SISÄPUOLINEN ROUTAERISTYS	18
18. PATOLEVY	19
19. SADEVESIJÄRJESTELMÄ	20
20. ULKOPUOLINEN ROUTAERISTYS.....	20
21. TONTTIJÄRJESTELYT	21
22. TALVIRAKENTAMINEN.....	22
23. KIINTEISTÖKOHTAINEN JÄTEVEDEN KÄSITTELY	24
24. KUSTANNUKSIA	24
25. YHTEENVETO	27
LÄHTEET	28

1. JOHDANTO

Tuulettuva eli ryömintätilainen alapohja on perinteinen perustusratkaisu jo vanhoissa hirsirakennuksissa. Puhekielessä sitä kutsutaan usein rossipohjaksi. Sota-ajan jälkeen rakennetuissa ns. rintamamiestaloissa rossipohja on myös yleisimmin käytetty perustustapa. Nykyisin muutamat valmistalotehtaat käyttävät tuulettuvaa alapohjaa pientalojen perustuksena. Talotoimittajien toiminta perustuu siihen, että asiakas toteuttaa kaikki maatyöt, liittymät ja routasuojauksen ja talotehdas kaiken muun anturan alapinnasta lähtien. Tämä on yleinen käytäntö useimpien talotehtaiden kohdalla. Järjestely aiheuttaa sen, että muut työvaiheet hoituvat rutinoituneiden ammattilaisten tekemänä, mutta pohjan rakentaminen on usein ensimmäistä taloaan rakentavan asiakkaan vastuulla. Vaikka rakentajalla on apunaan kokeneita urakoitsijoita, on hänen hyvä tietää pohjan rakentamiseen liittyvät hankinnat ja työvaiheet jo ennakolta.

Tämän opinnäytetyönä koottavan ohjeistuksen tavoitteena on antaa rakennushankkeeseen ryhtyvälle tietoa perustusten rakentamisesta. Ohjeistus pyrkii osaltaan helpottamaan rakentajan työtä urakoitsijoiden, liittymien ja tarvikkeiden hankinnassa ja projektin läpiviemisessä. Tavoitteena on myös auttaa rakentajaa hahmottamaan pohjarakentamisen kustannuksia. Kustannukset vaihtelevat kohteittain, joten käytetyt kustannuslaskelmat ovat vain suuntaa antavia ja toimivat muistilistoina ja esimerkkeinä omia laskelmia tehtäessä.

Opinnäytetyö tehdään keräämällä käytännön kokemuksia pientalotyömailta. Opinnäytetyön tekijä urakoi tuulettuvalla alapohjalla varustettujen valmistalojen pohjia asiakkaille. Kohteena on neljä pientalon pohjaa, joista kahdesta saadaan kerättyä kokemuksia myös talvirakentamisesta. Rakentamisen aikana esiin tulleet kysymykset auttavat kiinnittämään huomiota rakentajille vaikeisiin asioihin. Työn tilaajana toimii Muurametalot Oy, jonka aikaisemmat pohjarakennusohjeet ovat perustana rakentamisessa. Myös urakoitsijan ja vastaavan työnjohtajan ammatillinen kokemus antaa oman lisänsä työn sisältöön. Kirjallisena lähteenä käytetään Pientalon perustustyöt -teosta.

2. RAKENTAMISEN ALOITTAMINEN

Anturan alapuoliset rakenteet ovat yleensä pientalon matalaperustuksissa varsin samankaltaisia riippumatta perustustavasta (maanvarainen tai ryömintätilainen alapohja). Maaperän kantavuus ja korkeussuhteet voivat aiheuttaa erikoisratkaisuja paalutuksen, massanvaihtojen ja kuivatuksen osalta. Myös kallioinen rakennuspaikka aiheuttaa lisäkustannuksia louhimisen muodossa. Nämä asiat kannattaa huomioida jo tonttia valittaessa ja perustussuunnitelmia tehtäessä.

Talotehdas toimittaa rakennusta koskevat piirustukset ja dokumentit, mutta kaikki tonttiin liittyvät asiapaperit ja suunnitelmat ovat rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla. Onkin ensiarvoisen tärkeää, että rakentajalla on hankkeen alusta alkaen apunaan kokenut vastaava työnjohtaja/pääsuunnittelija, joka hoitaa lupaprosessin vaatiman paperisodan ja yhteydet viranomaistahoihin. Talotehtaan edustaja antaa vinkkejä vastaavan työnjohtajan etsintään, mutta parhaita suosittelijoita ovat äskettäin rakentaneet naapurit, joilta voi kysellä kokemuksia alueen ammattilaisista.

Kun tontti on hankittu ja talotoimittaja valittu, päästään hakemaan rakennuslupaa, jota varten tarvitaan tietoa mm. tontin maaperäolosuhteista. Pohjatutkimus on paras tapa selvittää mitä maalajeja pinnan alta löytyy. Pohjatutkimus tehdään kun on vähänkin syytä epäillä maalajin olevan muuta kuin soraa, moreenia tai kalliota. Paikallisista rakennusvalvontaviranomaisista riippuu, onko pohjatutkimus pakollinen myös näillä kantavilla maalajeilla, vai riittääkö perustus- tai pääsuunnittelijan antama lausunto perustamisolosuhteista esimerkiksi koekuopan perusteella. Mikäli maaperän kantavuus todetaan liian pieneksi, on kantavuutta mahdollista parantaa leveämmällä anturalla, massan vaihdolla tai paaluttamalla. Muurametalon käyttämä teräsbetonisokkeli toimii palkin tavoin, eikä siten ole niin herkkä vaurioille kuin tavallinen harkkosokkeli. Perustussuunnittelija ratkaisee tapauksen mukaan käytettävän menetelmän.

Radon-ongelmaa ei tuulettuvassa alapohjassa yleensä ole, vaan mahdollinen maasta nouseva radon tuulettuu ulkoilmaan alapohjan tuuletuksen ansiosta.

3. URAKOITSIJAT

Perustusvaiheessa tarvitaan yleensä vähintään kaivinkone-/maarakennusurakoitsijaa, sähköliittymien rakentamiseen sähköurakoitsijaa ja vesi- ja viemäriliittymien rakentamiseen LVI-urakoitsijaa. Jos rakennuspaikalta joudutaan poistamaan puita, tarvitaan siihenkin ehkä ammattilainen. Rakentajan kannalta on paras vaihtoehto, jos paikkakunnalla on käytettävissä pohjarakentamiseen erikoistunut urakoitsija, joka tekee koko projektin maarakennustöineen ja liittymineen. Eri urakoitsijoiden aikataulujen yhteensovittaminen vaatii työnjohdolta tarkkuutta ja siitä huolimatta aiheuttaa usein turhaa odottelua.

4. LIITTYMIEN HANKINTA

Kaava-alueella, jossa on valmis kunnallistekniikka, kaupungin/kunnan puolesta annetaan ohjeet ja osoitetaan liittymispaikat vesi- ja viemäriliittymille. Sadevesiviemäröinti ja mahdollinen kaukolämpöliittymä on suunniteltu valmiiksi tonttia muodostettaessa. Myös sähkö- ja teleliittymät ovat valmiina tontin rajalla.

Haja-asutusalueelle rakentava joutuu neuvottelemaan usean eri toimittajan kanssa. Vesiosuuskunnan vesi on useimmiten saatavilla haja-asutusalueellakin. Liittymiskäytännöt ja -maksut vaihtelevat osuuskunnittain paljonkin. Toiset osuuskunnat toimittavat vesijohdon talon vesimittariin asti, toiset kaivattavat vesijohdon tilaajalla useiden satojen metrien päässä sijaitsevasta runkoputkesta. Tämä kannattaa huomioida kaivinkoneen aikataulussa. Mikäli alueella on yhteisviemäröinti, vastaa vesiosuuskunta yleensä siitäkin. Kiinteistökohtaisesta jäteveden käsittelystä on vinkkejä toisaalla tässä ohjeessa.

Paikalliseen sähköntoimittajaan kannattaa olla yhteydessä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, sillä linjan rakentaminen voi viedä yllättävän paljon aikaa ja sähköä tarvitaan jo talon runkovaiheessa. Tässäkin käytännöt vaihtelevat eri sähköyhtiöiden välillä ja tilaajan kaivinkone voi joutua välillä kaapeliojan kaivuun. Jos alueelle on saatavissa teleliittymä, on se yleensä edullisinta tuoda samaa reittiä sähkön kanssa.

Yleiseen tiehen liittyvän tieliittymän rakentamiseen haetaan lupa ELY-keskukselta. Luvan mukana tulevat tarkat ohjeet liittymän rakentamisesta. Yksityistiehen liittyvän tontin liittymästä ja rakennusaikaisesta liikenteestä kannattaa neuvotella tiekunnan edustajan

kanssa. Talopakettien kuljetus vaatii yllättävän väljät liittymät ja kääntöpaikat, joista talotehdas antaa tarkemmat ohjeet.

5. RAUTAKAUPPATARVIKKEET

Suurin osa pohjatarvikkeista on ns. rautakauppatarvikkeita, joista voi kysyä tarjousta rautakaupoista. Yksittäisten artikkelien kohdalla voi olla merkittäviäkin hintaeroja, mutta koko erän hinta usein tasaantuu muutaman prosentin sisälle. Rahdin osuus voi nousta merkitykselliseksi, koska eristeet ja putket joudutaan kuljettamaan yleensä kuorma-autolla. Kaikki tarvittavat putket ovat kuuden metrin salkoina ja niiden kuljettaminen henkilöauton peräkärryllä on usein hankalaa, joten niitä kannattaa varata riittävästi ennakoon. Pohjarakentamiseen erikoistuneet urakoitsijat toimittavat myös tarvikkeita.

6. KAAPELIT JA MUUT ERIKOISTARVIKKEET

Sähkönsyöttökaapelit eivät kuulu normaalisti rautakaupan valikoimiin, joten ne on tilattava sähkö- tai pohjaurakoitsijalta. Sähkötoimittajien (sähköyhtiön) käytännöt vaihtelevat paikkakunnittain. Osa toimittaa syöttökaapelin talon pääkeskukseen saakka, osa tontin rajalle sähkökaappiin. Kaapin ja talon välinen kaapeli jää siinä tapauksessa tilaajan hankittavaksi. Myös autotallin, jäteveden puhdistamon, pihavalojen ym. kaapelit on tilattava urakoitsijalta. Muita erikoistarvikkeita ovat maadoituskupari ja kaapeleiden suojaputket. Myös laajakaistaliittymän kaapeli on huomioitava, mikäli alueella on mahdollisuus liittymään.

7. MAA-AINEKSET

Merkittävin materiaalikustannus muodostuu maa-aineksista. Niiden hinnanmuodostukseen vaikuttaa eniten kuljetusmatka, joten paikkakuntakohtaiset erot voivat olla hyvinkin suuria. Toinen hintaan vaikuttava tekijä on materiaalin alkuperä. Luonnonsorasta seulomalla ja murskaamalla jalostetut materiaalit ovat yleensä halvempia kuin kalliosta louhitut. Hinnoittelu tapahtuu yleensä tonniperusteisena.

Taulukko 1. Kalliosta louhitut maa-ainekset

Nimi	Raekoko mm	Hinta €/tn*	Tiheys tn/m ³	Käyttö
Kivituhka	0-3(4)	6,90	1,5	asennus (esim.viemärit)
Murske	0-12	8,30	1,6	pihamaan pintakerros
Murske	0-16	8,25	1,6	tie/pihamaan pinta
Murske	0-32	8,17	1,7	tie, ulkop. täyttö
Murske	0-63	7,99	1,7	täyttö, kantavakerros
Murske	0-100	7,63	1,7	karkea täyttö
Sepeli	6-16	11,96	1,4	salaojat
Sepeli	16-32	10,98	1,4	kapillaarikatkokerros

Taulukko 2. Luonnonsorasta jalostetut maa-ainekset

Nimi	Raekoko mm	Hinta €/tn*	Tiheys tn/m ³	Käyttö
Asennushiekka	0-3(4)	5,00	1,5	asennus (esim.viemärit)
Soramurske	0-16	7,50	1,7	tie, pihamaan pinta
Soramurske	0-32	7,00	1,7	tie, täyttö
Suod.hiekka	0-8	5,80	1,5	maasuodattamo,asennus
Singeli	10-20	7,00	1,5	salaojat
Singeli	20-40	6,50	1,6	kapillaarikatkokerros
Penkkasora	0-200	4,50	1,6	täyttö

*Taulukon hintatiedot on kerätty muutamilta toimittajilta Kuopion ympäristöstä vain osoittamaan eri materiaalien hintasuhteita. Ne voivat vaihdella huomattavastikin maan eri osissa. Kuljetusmatka vaikuttaa hintaan merkittävästi. Myös raekoko vaihtelee toimittajakohtaisesti.

8. KAPILLAARISUUS

Kapillaarisuudella tarkoitetaan kosteuden nousua maassa. Toisin sanoen kuinka ylös vesi ”kiipeää” rakeita myöten. Mitä puhtaampia ja suurempia rakeet ovat, sitä huonommin vesi pääsee nousemaan. Tähän perustuu ns. kapillaarikatkokerros perustusten alla.

Taulukko 3. Eri materiaalien kapillaarisuuksia (Geologia.fi)

Maalaji	Rakeiden läpimittta (mm)	Kapillaarinen vedennousu (mm)
Sepeli	16-32	0 - 30
Sora	2 - 20	0 - 50
Hiekka	0,2 - 2	50 - 300
Hieta	0,02 - 0,2	300 - 3000
Hiesu	0,002 - 0,02	3000 - 30 000
Savi	alle 0,002	yli 30 000

Kapillaarinen kosteuden nousu vaihtelee huomattavastikin materiaalin puhtauden ja lajin mukaan. Esimerkiksi murskatussa kiviaineksessa on kapillaarisuus voimakkaampaa kuin vastaavassa puhtaaksi seulotussa luonnonkivessä eli ns. singelissä. Murskauksessa rakeisiin syntyy halkeamia, jotka lisäävät kapillaarisuutta.

9. PUUSTON POISTO

Puuston poistoon apua kannattaa kysyä paikalliselta metsänhoitoyhdistykseltä tai mikäli tontilla on huomattavan paljon poistettavaa puustoa myös puutavarayhtiöt voivat kiinnostua puiden ostamisesta. Omatoimisessa puiden kaatamisessa on huomioitava oma ja sivullisten turvallisuus. Suurempien puiden kaataminen on jätettävä ammattilaisten tehtäväksi. Oksat ja risut kannattaa hävittää polttamalla tai hakettamalla. Maahan hautaaminen on mahdollista haja-asutusalueella, mutta ei suositeltavaa. Varsinkin nurmikkoalueilla lahoamisesta johtuvaa painumista voi joutua myöhemmin korjaamaan.



Kuva 1. Puuston poisto. Kuva Pekka Yletyinen.

10. PINTAMAAN POISTO

Kaivinkoneen ensimmäinen tehtävä on poistaa pintamaa, kannot ja kivet rakennusalueelta ja tulevalta piha-alueelta. Mikäli tontilla ei ole erityistä täyttötarvetta, notkelmaa tms., pyritään nämä pintamaat ajamaan samalla pois tontilta. Jos kysymyksessä on peltotontti, tai muuten selvästi erotettava ruokamultakerros, varastoidaan multa mahdollisuuksien mukaan myöhempää käyttöä varten. Tässä vaiheessa alkaa hahmottua tilantarve (tilanpuute), ja huolellisen suunnittelun tarve korostuu.

11. RAKENNUSPAIKAN MERKITSEMINEN JA KORKO

Kaava-alueella mittausosasto käy merkitsemässä rakennuksen paikan ja toimittaa tontille koron.

Haja-asutusalueellakin rakennuksen paikan voi rakennusvalvonta määrätä, mutta usein se antaa vain ohjeita ja pääsuunnittelija tai vastaava työnjohtaja saa määritellä ja merkitä paikan asemapiirrookseen. Rakentajan toiveet on näin helpompi ottaa huomioon. Koron

määrittelee pääsuunnittelija/vastaava työnjohtaja tapauskohtaisesti. Rakennus on nostettava riittävän ylös, jotta maanpinnan kallistukset talon seinustoilla ovat riittävän suuret veden johtamiseksi poispäin rakennuksesta. Kolmen metrin matkalla laskua poispäin rakennuksesta tulisi olla vähintään 15 cm. Ryömintätilaista alapohjaa ei myöskään ole suositeltavaa haudata syvälle maahan. Tässä perustustavassa ei korkeusasema vaikuta kustannuksiin läheskään niin paljon kuin maanvaraisessa alapohjassa.

Rakennuksen nurkkapisteet merkitään maastoon puu- tai muovikepeillä. Linjapukit eivät ole välttämättömiä, koska tässä vaiheessa riittää n. +/-10 cm:n tarkkuus.

12. PERUSTUKSEN KAIVU

Perustuksen ja salaojien kaivusta syntyvät käyttökelpoiset maamassat kannattaa varastoida myöhempää käyttöä varten. Perustuksen kaivu aloitetaan kaivamalla anturalinjat oikeaan korkoon. Korkeus saadaan kun määritellystä sokkelin yläpinnan korosta vähennetään sokkelin korkeus 900 mm ja kapillaarikatkerroksen (seveli 16-32 mm) korkeus 300 mm. Maanpinta kaivetaan siis 1 200 mm alemmaksi kuin sokkelikorkeus. Kaltevalla rakennuspaikalla ei ehkä alueen alimpia osia tarvitse kaivaa, vaan niitä joudutaan täyttämään oikeaan korkoon pääsemiseksi. Vähäiset täytöt voidaan tehdä sevelikerrosta paksuntamalla, suuremmat täytöt 0-63 mm:n murskeella. Täytettävältä alueelta on poistettava kaikki eloperäinen maa-aines, myös ulkopuolisen routaeristeen alueelta. Mikäli rakennusalueella joudutaan kaivamaan ylimääräistä esim. poistamaan isoja kiviä, on nämä kuopat täytettävä karkealla murskeella ja tiivistettävä huolellisesti. Tiivistämiseen käytetään 400-500 kg:n maantiivistintä eli tärylevyä.

Häiriintymättömän perusmaan pinta muotoillaan siten, että rakennuksen keskikohta on hieman korkeammalla kuin reuna-alueet. Näin saadaan mahdollinen vesi valumaan reunoille salaojiin. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka kapillaarikatkerroksen suositeltava paksuus on 300 mm, on se alueen keskiosassa ohuempi kuin reunoilla. Vastaava työnjohtaja voi tapauskohtaisesti määritellä kerroksen paksuuden, jonka kuitenkin on oltava vähintään 200 mm. Myös anturoiden kohdalla maanpinta muotoillaan hieman (2 %) ulospäin kaltevaksi. Mikäli kallio on lähellä maanpintaa, on veden virtausten suunnitteluun kiinnitettävä erityistä huomiota. Tarvittaessa louhitaan kallionpinta veden johtamiseksi pois rakennuksen alta.

13. KAAPELIT JA KÄYTTÖVESIJOHTO

Kun rakennuspaikan muoto ja korko alkaa hahmottua, voidaan samalla kaivaa myös kaapelikaivannot. Jos liittymien tulosuunnat mahdollistavat, on suositeltavaa sijoittaa viemäriä lukuunottamatta kaikki putket ja kaapelit samaan kaivantoon. Aina tämä ei ole mahdollista.

Kaivannon syvyyden määrää vesijohto, joka jäätymisen estämiseksi on kaivettava routaeristeen ulkopuolella n. kahden metrin syvyyteen. Lumettomalla piha-alueella tai kallion tai muun syyn vuoksi alle 1,5 metrin syvyydessä oleva vesijohto on syytä eristää ja varustaa ns. saattokaapelilla. Routaeristetyllä rakennusalueella kaivannon syvyys voi olla esim. 0,5 m. Rakennuksen alla vesijohto sijoitetaan suojaputkeen ja nostetaan ylös sijoituspiirustuksen mukaisella paikalla. Vesijohdon pää tulisi yltää noin 3 m maanpinnan yläpuolelle. Putken pää suojataan suojatulpalla tai teippaamalla. Vesijohtona käytetään yleensä 40 mm:n muoviputkea, joka mahtuu 50 mm:n suojaputkeen. Useimmat vesiosuuskunnat toimittavat putken talon vesimittarille saakka.

Sähkökaapelikaivannon ohjesyvyys on 0,7 m. Kaapelit tuodaan suojaputkissa ja nostetaan ylös sijoituspiirustuksen ilmoittamalla paikalla. Kaapeleita nostetaan noin neljä metriä maanpinnan yläpuolelle, koska osa niistä kytketään sähköpääkeskuksen yläosaan, lähelle huoneen laipionrajaa. Tässä vaiheessa kannattaa asentaa kaapelit kaikille niille sähköpisteille, mitä talon ulkopuolella mahdollisesti tarvitaan: autotalli, varasto, liiteri, pihavalot, autonlämmitys jne. Mahdollisen jäteveden pienpuhdistamon sähkökaapeli voidaan sijoittaa viemäriin rakentamisen yhteydessä viemärikaivantoon. Ne kaapelit, joita ei tässä vaiheessa voi asentaa lopullisille paikoilleen (esim. pihavalot), jätetään kiepille rakennuspaikan ulkopuolelle ja kaivetaan myöhemmin. Kaivanto on kuitenkin täytettävä tulevan routaeristeen ulkoreunaan asti. Maadoituskupari kaivetaan lenkiksi rakennuksen pohjalle perusmaahan ja molemmat päät nostetaan samaan nippuun kaapeleiden kanssa sähköpääkeskuksen kohdalle. Kuparijohtimen päät nostetaan n. kolme metriä maanpinnasta. Myös mahdollinen telekaapeli tuodaan sähköpääkeskukseen, josta se kytketään talon televerkkoon. Sähkötyöt ovat luvanvaraisia töitä, joita saa suorittaa vain ammattitaitoiset sähköasentajat. Myös maakaapelointi luetaan sähkötöihin, joten on varmistettava voidaanko kaivannot täyttää ennen kuin asennuksista vastuussa oleva on tarkastanut ne.



Kuva 2. Kaapelikaivanto. Pohjimmaisena vesijohto. Kuva Pekka Yletyinen.

14. SALAOJAT

Työjärjestykseen salaojien ja viemäreiden välillä vaikuttaa rakennuspaikka. Kaava-alueella, missä kunnallistekniikka on syvällä, rakennetaan viemärit ensin ja lähtevä viemäri upotetaan salaojan alapuolelle, kun taas haja-asutusalueella kiinteistökohtaista jätevesijärjestelmää käytettäessä viemärin lähtö on niin lähellä maanpintaa, että salaoja kannattaa kaivaa viemärin alapuolelle. Ilman ennakkosuunnittelua putkilla on taipumus törmätä toisiinsa samassa korkeudessa.

Kaapelikaivantojen täytön jälkeen kaivetaan noin metrin etäisyydelle rakennuksen ulkopuolelle salaojakaivannot. Kun salaojien purkusuunta on valittu, kaivetaan ojat viettäväksi purkusuuntaan. Kallistus vähintään 1 cm/m, mieluummin enemmän.

Kun perustus ja salaojakaivannot on kaivettu, kannattaa pysähtyä miettimään, mitä tapahtuisi, jos tulisi rankka sadekuuro? Valuisivatko vedet rakennuksen keskialueelta reunoille salaojakaivantoihin ja niitä pitkin purkuojaan? Vai onko alueella vielä painanteita tai liian loivia laskuja, joihin vesi kerääntyisi? Tällä ajatusleikillä voi varmistaa mahdollisen veden poistumisen salaojia pitkin rakennuksen alta. (Kaivannon pohjan kaltevuus salaojiin päin n. 1-2 %). Kun näin muotoiltu pohja peitetään karkealla sepelillä, joka ei estä veden

kulkua, salaojituksen pitäisi toimia. Salaojaputkilla ja tarkastuskaivoilla toiminta varmistetaan ja täytetään viranomaismääräykset.

Tarkastuskaivojen tarvittavat liittymät avataan ja kaivot asennetaan rakennuksen nurkkien ulkopuolelle siten, että putkilinjat kulkevat noin 0,7-1 metrin etäisyydellä anturan ulkolinjasta. Laserin avulla kaivot asennetaan sopivaan korkoon, siten että putken laskuksi muodostuu vähintään 1 cm/m. Kaivannon pohjalle tasoitetaan n.10 cm:n kerros salaojasepeliä(6-16 mm) ja putket asennetaan kaivojen välille. Putket peitetään runsaalla sepelikerroksella ja täytön aikana tarkistetaan niiden tasainen lasku.



Kuva 3. Salaojat peitetään sepelillä. Punapäiset kepit ovat rakennuksen nurkkapisteitä. Kuva Pekka Yletyinen.

15. VIEMÄRIT

Maan alle tuleva viemäriverkosto on varsin yksinkertainen ja helppo toteuttaa. Tärkein huomioitava asia on viemäriverkoston tai jätevesijärjestelmän liittymiskorko. Syvällä maan alla sijaitseva liittymä antaa mahdollisuuden rakentaa viemärit perusmaahan ennen sepelitäyttöä, kun taas pienpuhdistamon korkealla sijaitseva liittymä vaatii viemäreiden sijoittamisen sepelikerrokseen. Viemäriin alla tulee olla tiivis (kantava) maapohja painumisen välttämiseksi.

Muutamia perusasioita viemäreistä:

Tarvikkeet:

- HT-putki 110 mm ja 75 mm
- kulmat ja mutkat (mahdollisimman loivia)
- jätevedenpuhdistamon sähkökaapeli
- tarkastuskaivo tai -putki talon ulkopuolelle.

Työkalut:

- timpurin saha
- puukko
- liukaste
- vatupassi
- lapio.

Asennus:

- Tarkistetaan nurkkapisteiden ja keskianturan paikat ja ristimitta.
- Merkitään sijoituspiirustuksesta ylösnostojen paikat puukepeillä.
- Tarkistetaan lasku (1-2 cm/m).
- Käytetään wc-istuimen alla loivaa 90-asteen mutkaa.
- Huomioidaan seinän vierustalla valumuotin vaatima tila n. 10 cm.
- Katkaistaan ylös nousevat putket n. 1 m:n korkeudelta ja suojataan niiden päät.
- Varotaan putkia täryttäessä.
- Sijoituspiirustuksessa tarkat mitat; käytännössä pelivaraa on useita senttejä
- Peitetään putket asennushiekalla tai kivituhkalla



Kuva 4. Viemärin tarkastuskaivo ja jäteveden puhdistamo. Kuva Eila Kukkola.

16. KAPILLAARIKATKOKERROS

Kapillaarikatkokerroksena käytetään sepeliä 16-32 mm tai singeliä 20-40 mm. Kapillaarinen veden nousu näillä materiaaleilla vaihtelee 0-80 mm, joten 300 mm:n kerroksen läpi kosteuden ei pitäisi nousta. Sivusuuntainen kapillaarisuuskaan ei näin karkearakeisella maa-aineksella ole merkittävä. Salaojasoralla ja sepelillä on sivusuuntainen kapillaarisuus huomattavasti voimakkaampaa, joten karkearakeisen aineksen ulottaminen reilusti anturan ulkopuolelle on perusteltua. Täyttövaiheessa anturalinjat ja tulisijan perustus tiivistetään kerroksittain. Sallittu korkoero ± 30 mm. Kun haluttu korko on saavutettu, täytetään anturoiden välit samaan tasoon ja tiivistetään kevyesti. Mahdollinen kuistin pohja on myös muistettava täyttää ja tiivistää.

17. SISÄPUOLINEN ROUTAERISTYS

Sokkelin valun jälkeen on vuorossa sadevesijärjestelmän ja routaeristeiden asennus. Rakennuksen sisäpuoli tasoitetaan anturan alapinnan tasoon esimerkiksi salaojasepelillä ja 50 mm:n routaeriste asennetaan koko alalle. Eristeenä käytetään EPS 120 routaeristelevyä. EPS on paisutettua solupolystyreenimuovia, jonka lämmöneristävyyys

perustuu suljetussa rakenteessa olevaan liikkumattomaan ilmaan. EPS on lyhenne sanoista expanded polystyrene. Yleensä EPS tunnetaan nimellä styrox. (Keppo 2002.) Maapohjan eristämällä saavutetaan useita tuulettuvan alapohjan toiminnalle merkittäviä hyötyjä. Tärkein ominaisuus on suojata maaperä, viemärit ja vesijohto jäätymiseltä. Sen lisäksi routaeriste ehkäisee tehokkaasti kosteuden nousua maaperästä alapohjaan (Sääksvuori 2001.). Kesäaikana routaeriste myös pitää ryömintätilan lämpimämpänä.

Sokkelin sisäpuolen pystyeriste on valmiina valun jäljiltä. Tulisijan perustuksen pystyeristys kannattaa tehdä huolella, koska betoninen perustus ulottuu alapohjan läpi asuintiloihin ja muodostaa eristämättömänä kylmäsillan. Eristelevyt liimataan tulisijan perustukseen polyuretaanivaahdolla. Myös levyjen saumat tiivistetään. Eristeeksi käy 50 mm:n EPS- tai XPS-levy.



Kuva 5. Sisäpuolinen routaeristys ja täyttö. Kuva Asa Räsänen.

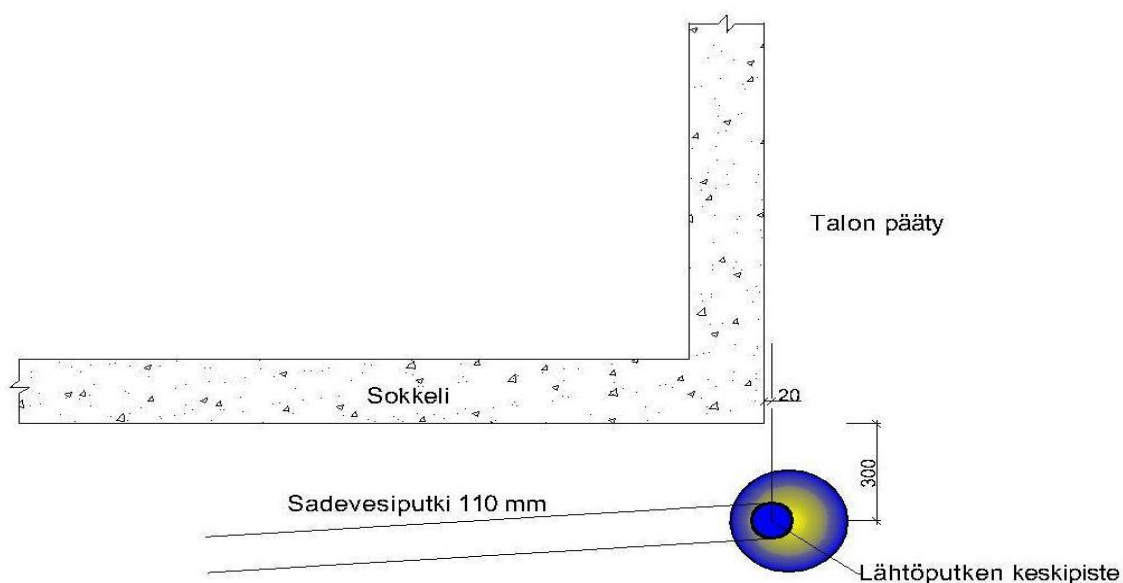
18. PATOLEVY

Sokkelin ulkopuolinen vesieristys ei ryömintätilaisessa alapohjassa ole välttämätön, mutta tarvittassa se voidaan hoitaa asentamalla patolevy ennen routasuojauksia.

19. SADEVESIJÄRJESTELMÄ

Pientalossa sadevesijärjestelmällä tarkoitetaan katolta valuvien vesien johtamista turvallisesti ojaan tai sadevesiviemäriin. Tontille satavat vedet ohjataan yleensä maanpinnan muotoilulla ojiin tai sadevesiverkostoon. Katolta tulevia sadevesiä ei saa missään tapauksessa ohjata salaojiin tai salaojakaivoihin, koska järjestelmän mahdollisesti tukkeutuessa kaikki vedet kulkeutuisivat salaojia myöten perustuksiin.

Sadevesijärjestelmän muodostavat syöksytorvien alle asennetavat rännikaivot ja niistä lähtevät sadevesiputket, joilla vedet johdetaan purkupaikkaan. Lisäksi tarvitaan taipuisia kulmia ja y-haaroja, joilla voidaan yhdistellä rakennuksen eri kulmilta tulevia linjoja. Nämä putkilinjat jäävät routaeristeen alapuolelle, missä niiden jäätymisriski on pienempi. Rännikaivon sijoittaminen oikeaan paikkaan onnistuu oheisen mittapiirustuksen avulla. Rännikaivoksi kannattaa valita malli, jossa putken lähtö on sijoitettu epäkeskeisesti kaivon pohjaan, jolloin kaivoa pyörittämällä voidaan suorittaa lopullinen hienosäätö. Sadevesiputket kaivetaan riittävän syvään ja varmistetaan tasainen lasku purkusuuntaan.



Kuva 6. Rännikaivon sijoitus

20. ULKOPUOLINEN ROUTAERISTYS

Sadevesiputkien peittämisen yhteydessä tasoitetaan sokkelin ulkopuoli tasaiseksi ja ulospäin viettäväksi routaeristeitä varten. Ellei perustussuunnitelmissa muuta mainita,

asennetaan routasuojaus kahden metrin leveydelle. Sokkelin vieressä eristeen paksuus on 100 mm, ulompana 50 mm. Nurkkien kohdalla routasuojausta laajennetaan ja salaojastarkastuskaivotkin suojataan. Sadevesiputken ympäriltä eristelevy muotoillaan siten, että rännikaivo asettuu oikeaan paikkaan ja korkeuteen ja se tuetaan sepelillä.

Eristelevyt peitetään kivettömällä maa-aineksella (asennushiekka, kivituhka tai salaojasepeli). Sokkelin vierus voidaan täyttää karkealla kiviaineksella kasvillisuuden torjumiseksi. Muuten voidaan täytössä hyödyntää pohjan kaivusta jääneitä kaivumaita. Sokkelia jätetään näkyviin vähintään 400 mm ja maanpinta muotoillaan rakennuksesta poispäin laskevaksi. Käytännössä maanpinnan korkeuden määräävät tuuletusaukot, joiden on jätävä 15 cm maanpinnan yläpuolelle. Jos ympäröivä maasto mahdollistaa riittävän kallistuksen, on suositeltavaa jättää sokkelia näkyviin enemmänkin. Alapohjan tuuletuksen kannalta on parempi, mitä pienempi maanpinnan korkoero on sokkelin sisä- ja ulkopuolen välillä.



Kuva 7. Ulkopuolinen routaeristys. Kuva Asa Räsänen.

21. TONTTIJÄRJESTELYT

Ulkopuolen täyttöjä tehtäessä on huomioitava asennusvaiheessa tarvittava tila rakennuksen ympärillä. Tasainen ja kantava n. 1,5 metrin levyinen alue tarvitaan asentajien työskentelytilaa rakennuksen ympärille. Autonosturille varataan 7 x 10 metrin suuruinen alue, joka pohjustetaan murskeella kantavaksi. Myös kuljetusautojen ajo- ja kääntöalueet suunnitellaan yhdessä talotehtaan edustajan kanssa ja pohjustetaan

kantavaksi. Puutavarat ja muut rakennustarvikkeet tarvitsevat omat tasaiset alustansa. Kattopellit toimitetaan erikseen suuntakuormassa, joten niiden toimitus saattaa yllättää jo useita päiviä ennen talotoimitusta. Niille kannattaakin varata jo heti alussa n. 2 x 7 metrin suuruinen tasainen alusta kantoetäisyydeltä rakennuksesta. Kattopeltien tarpeetonta siirtämistä tulisi välttää, koska se aiheuttaa niiden venymistä ja muodonmuutoksia.

22. TALVIRAKENTAMINEN

Pientalon rakentaminen talviaikaan on mahdollista. Maatyöt tulisi kuitenkin suorittaa sulan maan aikana. Kovimpien pakkasten ja lumipyryjen aikana maa-ainekset pyrkivät jäätymään ja niiden tiivistäminen ja tasoittaminen voi jäädä puutteelliseksi ja riski toimimattomista rakenteista kasvaa. Myös paksun lumen aikana ostettu tontti ja hyvältä näyttänyt rakennuspaikka voi lumien poistamisen jälkeen aiheuttaa kalliita yllätyksiä. Samoin aikaisin keväällä maapohjan märkyys aiheuttaa lisäkustannuksia liikkuma-alueille tarvittavina ylimääräisinä maa-aineksina.

Päätös talvirakentamisesta olisikin suositeltavaa tehdä hyvissä ajoin edellisenä syksynä. Pohjarakenteet tehdään valua vaille valmiiksi ennen maan jäätymistä ja routasuojataan väliaikaisella eristekerroksella. Näin suojattu pohja voidaan puhdistaa lumesta kevättalvella ja sokkelin valu suorittaa pikku pakkasellakin.

Jos talotoimitus on alkutalvesta, on talotehtaan kanssa neuvoteltava myös sokkelin valamisesta sulan maan aikana. Tällöin ei väliaikaista routasuojausta tarvita, vaan routasuojaus voidaan tehdä normaalisti lopulliseen muotoonsa. Ryömintätilaan satava lumi muodostaa kuitenkin ylimääräisen työvaiheen, koska se on lapioitava pois ennen talotoimitusta tai perustus on muuten suojattava esimerkiksi suojapressuilla. Ryömintätilaan jäävä lumi sulaa hitaasti ja aiheuttaa sulaessaan ylimääräisen kosteusrasituksen.

Väliaikainen suojaus, jossa anturat ja tulisijan pohja on suojattu 50 mm:n eristekerroksella (kuva 8), riittää ehkä Etelä-Suomessa normaalitalvina, mutta ei lumettomana pakkastalvena. Onkin varmempaa käyttää paksumpaa ja leveämpää eristekerrosta. Maapohjan roudattomuus varmistetaan ennen perustuksen valua (kuva 9).



Kuva 8. Alimitoitettu väliaikainen routasuojaus. Kuva Pekka Yletyinen.



Kuva 9. Kovan pakkaskauden jäljiltä anturan kohta on vielä sula. Kuva Asa Räsänen.

23. KIINTEISTÖKOHTAINEN JÄTEVEDEN KÄSITTELY

Haja-asutusalueelle rakennettaessa on mahdollista, että kaiken rakentamiskiireen keskellä joudutaan miettimään jätevesijärjestelmän hankkimista. Ellei alueella ole yhteisviemäröintiä, on jätevedet käsiteltävä kiinteistöllä vuonna 2004 voimaan tulleen jätevesiasetuksen mukaisesti. Käsittelytapoja on useita, mutta yleisimmät ovat ns. pienpuhdistamot ja maasuodattamot. Umpisäiliö, erillisviemäröinti, kompostikäymälät ja niiden eri yhdistelmät ovat ympäristöystävällisiä ja varmatoimisia ratkaisuja, mutta niiden suosio on jäänyt markkinavoimien puristuksessa varsin vähäiseksi.

Kiireisen rakentajan on helppo kävellä rautakaupan ovesta ja hankkia myyjän suosittelema edullinen pienpuhdistamo, jonka naapurikin hankki viime viikolla. On kuitenkin hyvä muistaa, että myyjä on ammattilainen vain oman puhdistamomerkkinsä kohdalla ja saa palkkionsa sen myynnistä, ei siitä, että etsisi sopivimman järjestelmän juuri kyseiselle tontille. Tämän vuoksi onkin ensiarvoisen tärkeää ottaa ensin yhteyttä alan ammattilaiseen, jonka kanssa voi valita oikean järjestelmän ja suunnitella jätevesien käsittelyn toimivaksi ja helppohoitoiseksi.

Maasuodattamo ja maahan imeytys ovat myös varteenotettavia vaihtoehtoja jos tontin koko ja maaperä mahdollistavat niiden rakentamisen. Hyvin suunniteltu ja rakennettu maasuodattamo on kilpailukykyinen niin hinnaltaan, käytöltään kuin kestoaltaankin.

Tietoa jätevesien käsittelystä antavat kuntien ympäristönsuojeluviranomaiset, rakennusvalvonta, Suomen ympäristökeskus.

24. KUSTANNUKSIA

Jokaisella rakennustyömaalla on omat erityispiirteensä ja olosuhteensa, jotka vaikuttavat kustannuksiin etenkin työn määrää arvioitaessa. Tarvikekustannuksiin vaikuttavat eniten maa-ainesten määrät. Seuraavissa taulukoissa on esitetty esimerkkilaskelma siitä, mitä kustannuksia on odotettavissa pohjarakennusprojektia aloitettaessa. Laskelmaa voi käyttää muistilistana oman työmaan kustannuksia arvioitaessa.

Laskelmissa ei ole otettu huomioon liittymien eikä jätevesijärjestelmän hintoja, vain niiden välittömät rakentamiskustannukset. Paikkakunta-kohtaiset liittymähinnat nostavat kokonais-kustannuksia vielä huomattavasti. Myös tontilta mahdollisesti pois ajettavat maa-ainekset lisäävät kustannuksia.

Taulukko 4. Kustannuslaskelma

26.11.2010						
ESIMERKKILASKELMA KUSTANNUKSISTA						
Työkustannukset					6315	e
Materiaalikustannukset					6144	e
Kalustokustannukset					120	e
Yhteensä					12579	€
Työkustannukset						
Työvaihe	kokonaistyöaika	h	työn tuntihinta	e/h	työkustannukset	
Konetyö	65	h	75	e/h	4875	e
Asennustyö	40	h	36	e/h	1440	e
-		h		e/h	0	e
-		h		e/h	0	e
-		h		e/h	0	e
				Yhteensä	6315	€
Kalustokustannukset						
Kalusto	määrä/vuokra	yks	hinta	e/yks	kalustokustannukset	
Täryvuokra	2	vrk	60	e/vrk	120	e
-					0	e
-					0	e
				Yhteensä	120	€

Taulukko 5. Tarvikkeet

ESIMERKKILASKELMA TARVIKKEISTA					
Materiaali	tyyppi	määrä		€/yksikkö	€
Syöttökaapeli	AXMK 4x25	70	m	3,10	217,00
Autotallin syöttö	MCMK 4x6/6	40	m	4,50	180,00
Ulkovalokaapeli	MCMK 2x1,5+1,5S	100	m	1,45	145,00
Jäteveden puhdistamon syöttö	MCMK 2x1,5+1,5 S	30	m	1,45	43,50
Muut mahdolliset kaapelit			m		0,00
Sähkökaapelin varoitusnauha	75 mm	150	m	0,13	19,50
Maadoituskupari	16 mm/25 m	1	kpl	55,00	55,00
Suojaputken kaari	TEL Kulma PVC 50x90 Kelt	4	kpl	28,30	113,20
Suojaputki 6 m	TEL putki PVC/PP PL 50x2,0 B 6m	6	kpl	15,00	90,00
Suojakouru	PVC XY5 1090 75x3m	16	kpl	4,20	67,20
Telekaapeli	VMOHBU-TL 3x2x0,5 K7	70	m	0,80	56,00
Vesijohto 40 mm		50	m	2,00	100,00
Vesijohdon suojaputki	50 mm	10	m	1,35	13,50
HT-Putki	110/6000	5	kpl	37,00	185,00
HT-Putki	75/3000	3	kpl	22,3	66,90
HT-Putken kulmat ja liittimet	HTP110/88,5, 110/45, 110/30	14	kpl	7,00	98,00
Työtulpat	50/75/110	4	kpl	2,50	10,00
Viemärin tarkastuskaivo	110/200	1	kpl	135,00	135,00
Tuplasalaojaputki 6 m	110/97/6000	12	kpl	14,00	168,00
Tarkastuskaivot	315 mm	4	kpl	36,00	144,00
Sadevesikaivot		4	kpl	12,00	48,00
Sadevesiviemäri	110/6000	8	kpl	14,00	112,00
Taipuisa kulma	0-90	4	kpl	14,50	58,00
Eristeet	EPS 120 50mm	300	m2	2,40	720,00
Salaojasora tai -seveli	6-16 mm	100	tn	12,00	1200,00
Kapillaarikatko	16-32 mm	80	tn	11,00	880,00
Asennushiekka/kivituhka	0-4 mm	60	tn	6,90	414,00
Murske	0-16, 0-32 ja 0-63 mm	80	tn	8,20	656,00
Rahti					150,00
					0,00
Tarvikkeet yhteensä					6144,80

Laskelmien hinnat sisältävät arvonlisäveron 23 %, koska pientalon rakentaja ei yleensä voi vähentää arvonlisäveroa. Tarjousta pyydettyessä kannattaa varmistaa, sisältääkö urakointihinta alv:n.

25. YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli seurata tuulettuvalla alapohjalla toteutetun valmistalon pohjarakentamista. Muuttovalmiita talopaketteja markkinoivien talotehtaiden nettisivuilta saa helposti käsityksen, että talon rakentaminen on vaivatonta ja helppo projekti. Sanotaanhan siellä, että ”hoidamme kaiken valmiiksi, urakoit vain perustusten alle tulevan sorapatjan liittymiseen”. Vaikka sorapatjan urakointi ei ammattilaiselle olekaan mikään vaativa tehtävä, voi se ensimmäistä taloaan rakentavalle ”maallikolle” olla joskus jopa hermoja koetteleva painajainen. Kun kokematon rakentaja oman työnsä ohessa yrittää pitää kaikki langat käsissään ja hallita urakoitsijoiden, tavarantoimittajien, sähköyhtiön ja muiden mukanaolijoiden yhteensovittamisen, on aina olemassa epäonnistumisen mahdollisuus.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on helpottaa pohjarakentamisvaiheen ennakkosuunnittelua ja toimia muistilistana hankintoja ja urakointisopimuksia tehtäessä. On kuitenkin muistettava, että rakentaminen on prosessi, jota ei viedä läpi ohjekirjaa lukemalla, eikä virheitä pystytä aina välttämään huolellisellakaan ennakkosuunnittelulla. Tähän työhön on tiivistetty ne asiat, joissa on tehty, tai on ollut mahdollista tehdä turhaa työtä tai suoranaisia virheitä. Toivottavasti tämä helpottaa rakentajaa löytämään tarvittavat tiedot ja toimintatavat ja säästämään aikaa ja voimavaroja uutta kotia rakennettaessa.

LÄHTEET

Geologia.fi, *kapillaarisuus*, verkkodokumentti. Dokumentti on poistunut sivustolta.

Keppo Juhani, *Pientalon perustustyöt*, Rakentajan tietokirjat. 2002.

Sääksvuori Päivi, *Rakennuspohjan vaikutus ryömintätilan kosteusoloihin*, Diplomityö. 2001.
Saatavissa: http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/opinnayte/saaksvuori_rnet.html [viitattu 10.9.2010].